

디지털 유선방송 전송방식

이 책은 방송통신위원회에서 주관한 디지털 유선방송 전송방식 연구사업의 일환으로 제작된 것이다.

2001년 6월 1일

경희대학교 전자정보학부

손 원

순서

I. 개요

II. MPEG-2 트랜스포트 프레임

III. FEC

IV. 변조

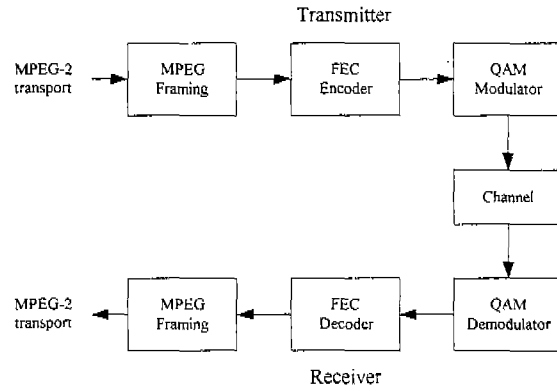
I. 개요

□ 디지털 유선방송 표준

○ ITU-T Recommendation J.83 : Digital multi-programme systems for television, sound and data services for cable distribution

- Annex A : DVB-C
- **Annex B : OpenCable**
- Annex C : DAVIC (DVB-C와 유사)
- Annex D : ATSC (16-VSB)

□ 케이블 전송 블록도



01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab.

5

II. MPEG 트랜스포트 Framing

01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab.

6

□ MPEG-2 TS 패킷

- 패킷 크기 = 188 바이트
- 패킷의 첫번째 바이트: 동기 바이트(47_{HEX})

□ 변형된 MPEG-2 TS 패킷

- MPEG-2 TS 패킷의 첫번째 바이트인 동기 바이트를 패리티 체크섬으로 대체함.
- 패킷 동기화 + 오류탐지능력
- 오류탐지시
 - 해당 패킷이 디코더를 통과할 때, 패킷에러 플래그 선택사항으로 “1”로 될 수 있다.
 - 체크섬이 정상적인 동기 바이트로 교체되어야 함.
- Annex B만의 고유한 기능.

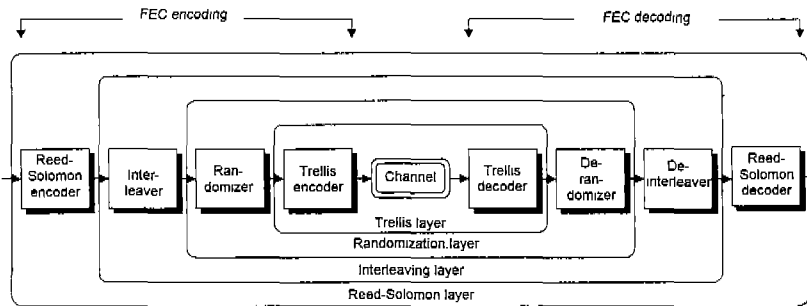
□ ATM 패킷인 경우

- MPEG Transport Framing 불필요.

III. Forward Error Correction

□ FEC 처리계층

- o Reed-Solomon 계층, 인터리빙 계층, 랜덤화 계층, 트렐리스 계층
- o 시스템 개념도



01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab.

9

□ Reed-Solomon 부호화

- o GF(128) 상에서 (128,122) 부호를 사용하여 RS 부호화.
- o Extended RS 부호
- o 필드생성다항식

$$P(X) = X^7 + X^3 + 1 \text{ with } P(\alpha) = 0$$
- o 부호생성다항식

$$g(X) = X^5 + \alpha^{52} X^4 + \alpha^{116} X^3 + \alpha^{119} X^2 + \alpha^{61} X + \alpha^{15}$$
- o RS 인코더 출력의 RS 블록 구조

$$m_{121} m_{120} m_{119} \cdots m_1 m_0 r_4 r_3 r_2 r_1 r_0 c$$

01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab.

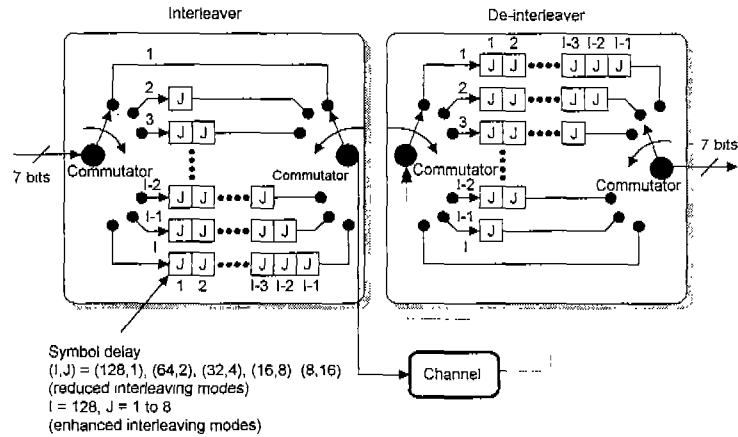
10

- 127 개 심볼로 구성된 코드워드에 확장된 패리티 심볼 추가하여 128개 심볼로 확장된 코드워드 생성.
- RS 블록 당 최대 3개 심볼까지 정정가능 (심볼 크기: 7 비트)
- 64-QAM과 256-QAM 모두 동일한 RS 부호화기 사용
- Annex A, C: RS (204, 188)
- Annex D: RS (207, 187)

□ 인터리빙

- 버스트 오류를 분산시켜 RS 디코더의 정정 능력 이내로 유도
- 동작모드
 - 레벨 1
 - 64-QAM 전송.
 - 64-QAM만 동작하는 디지털 STB 용.
 - 인터리빙 깊이: $I=128, J=1$.
 - 레벨 2
 - 64-QAM, 256-QAM
 - 가변 인터리빙 지원
 - 축소형: $(I,J)=(128,1), (64,2), (32,4), (16,8), (8,16)$
 - 개량형: $I=128, J=1$ to 8

o 인터리빙 기능블록도



01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab.

13

□ 프레임 동기화 시퀀스

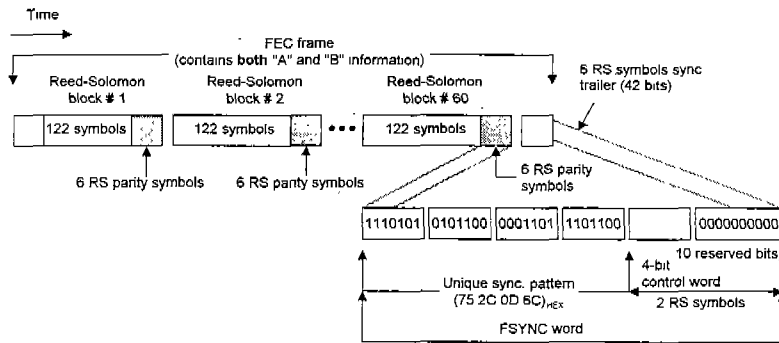
- o 프레임 동기화 시퀀스 트레일러는 FEC 프레임이 구분되도록 하여, 동기화된 RS 부호화, 인터리빙 및 랜덤화를 제공.
- o FEC 프레임
 - 64-QAM
 - 60 RS 블록 + 42 비트 동기화 트레일러
 - $(75\ 2C\ 0D\ 6C)_{HEX}$ + 4 비트 (인터리버 모드) + 10비트
 - 256-QAM
 - 88 RS 블록 + 40 비트 동기화 트레일러
 - $(71\ E8\ 4D\ D4)_{HEX}$ + 4 비트 (인터리버 모드) + 4 비트
- o 전송되는 RS 블록과 TS 패킷 사이에는 동기화 관계 없음.
- o Annex A, C, D
 - 프레임 구조는 MPEG-2 TS 패킷 구조에 기반

01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab.

14

o 프레임 패킷 포맷(64-QAM)

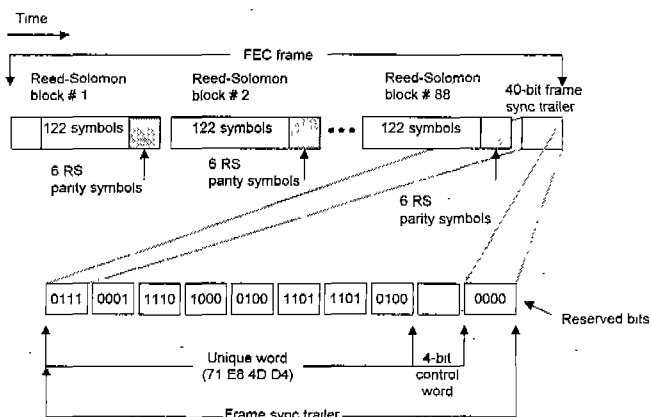


01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab

15

o 프레임 패킷 포맷(256-QAM)



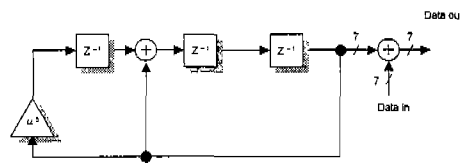
01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab

16

□ 랜덤화기

- 심볼 분산이 정상도에서 골고루 분포되도록 함.
- FEC 프레임 내의 심볼에 GF(128)을 통한 7비트 심볼의 PN 시퀀스를 더하여 랜덤화 한다.
- 랜덤화기는 FEC 프레임 트레일러에 의해 초기화되고, 트레일러 다음 심볼부터 동작한다.
- 랜덤화기 다항식: $f(x) = x^3 + x + \alpha^3$ where $\alpha^7 + \alpha^3 + 1 = 0$
- 랜덤화기



01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab

17

□ TCM (Trellis Coded Modulation)

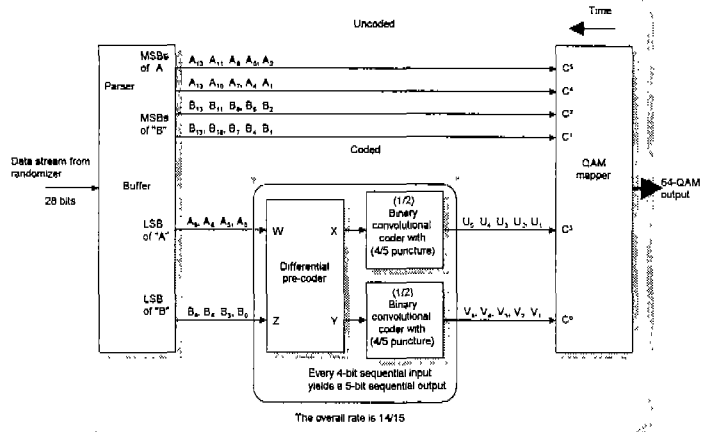
- 연접부호의 안쪽부호로 사용
- 심볼 율을 증가시키지 않고 심볼 constellation을 증가시킴으로써 SNR을 향상시키기 위한 리던던시 제공.
- 64-QAM 변조 모드
 - 4개의 RS 심볼(28bit)이 한 트렐리스 그룹을 형성.
 - 한 트렐리스 그룹은 5개의 QAM 심볼을 형성
 - 차등부호기와 BCC사용
 - 부호율이 4/5인 펄쳐드 길쌈부호 사용
 - 전체 부호율은 14/15 (28비트 입력에 대해 30비트 출력)

01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab.

18

• 64-QAM TCM 블록도

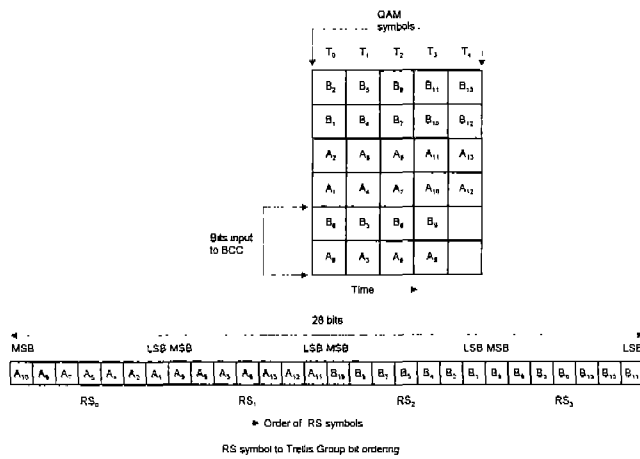


01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab.

19

• 64-QAM 트렐리스 그룹



01-06-01

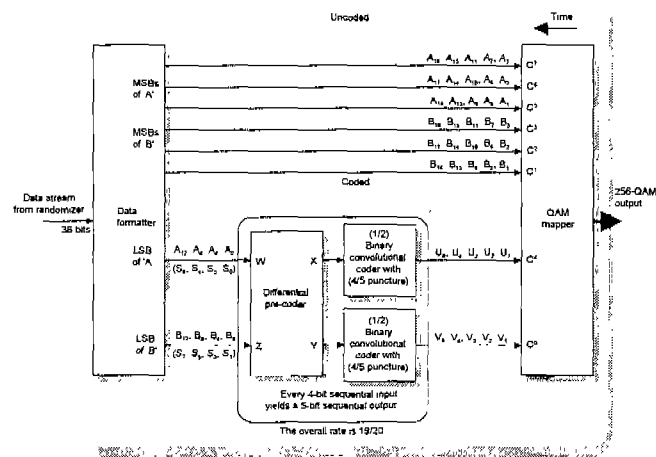
Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab.

20

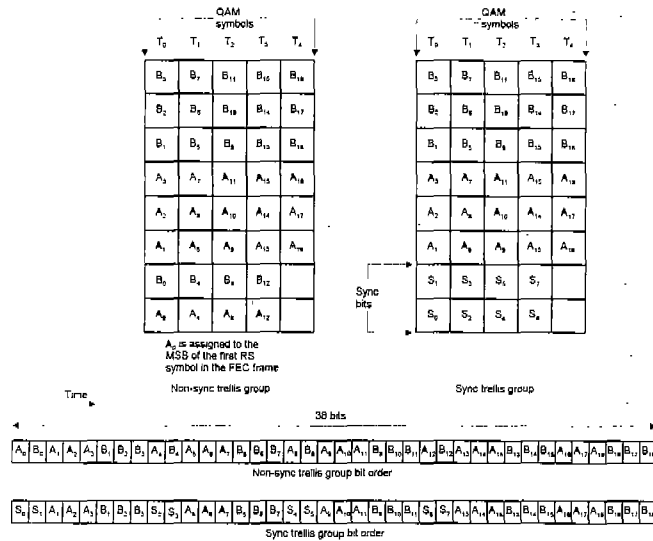
o 256-QAM 변조 모드

- 트렐리스 그룹
 - non-sync group: 38 데이터 비트
 - sync group: 30 데이터 비트 + 8 동기 비트
- 한 트렐리스 그룹은 5개의 QAM 심볼을 형성
- 차등부호기와 BCC(Binary Convolutional Coder) 사용
- 부호율이 4/5인 펄쳐드 길쌈부호 사용
- 전체 부호율은 19/20 (38비트 입력에 대해 40비트 출력)

• 256-QAM TCM 블록도



• 256-QAM 트렐리스 그룹



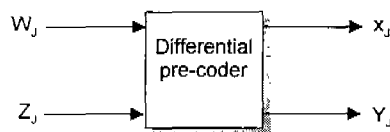
01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab

23

o Rotationally invariant pre-coding

- 90° rotationally invariant trellis coding
- Differential pre-coder



Differential pre-coder equations

$$\begin{aligned}
 X_j &= W_j + X_{j-1} + Z_j(X_{j-1} + Y_{j-1}) \\
 Y_j &= Z_j + W_j + Y_{j-1} + Z_j(X_{j-1} + Y_{j-1})
 \end{aligned}$$

01-06-01

Kyunghee University, Multimedia Transmission Lab.

24

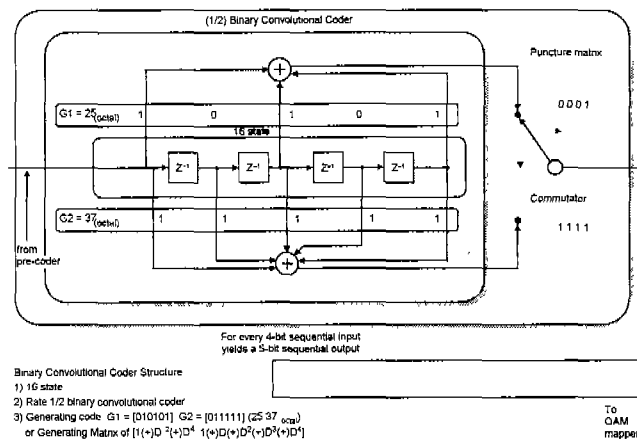
o BCC (Binary Convolutional Coder)

- 16-state non-systematic rate $\frac{1}{2}$ encoder
- 생성 매트릭스

$$[1 \oplus D^2 \oplus D^4, 1 \oplus D \oplus D^2 \oplus D^3 \oplus D^4]$$

- 평처 매트릭스
 - $[P1, P2] = [0001; 1111]$
 - rate $\frac{1}{2} \rightarrow$ rate $\frac{4}{5}$
 - 0 : no transmission, 1: transmission

o 천공 BCC 내부 구조



Binary Convolutional Coder Structure
 1) 16 state
 2) Rate 1/2 binary convolutional coder
 3) Generating code: $G1 = [010101]$ $G2 = [011111]$ (25 37 octal)
 or Generating Matrix of $[1(+)-D^2(+)-D^4 \quad 1(+)-D(+)-D^2(+)-D^3(+)-D^4]$
 where D is equal to Z^{-1}
 4) Punctured matrix $[P1 P2] = [0001 1111]$

NOTE: 1 0 denotes Ntransmission
 1 denotes transmission

NOTE 2 (-) denotes XOR operation

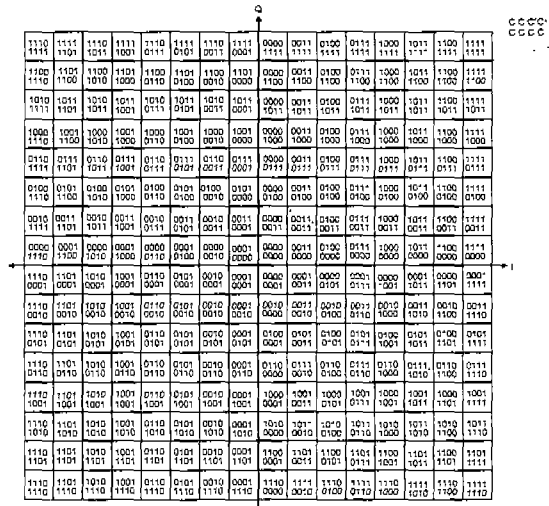
IV. 변조

□ QAM constellation

o 64-QAM constellation



o 256-QAM 성상도



□ 케이블 전송 형식 요약

Parameter	QAM format	256-QAM format
Modulation	64-QAM, rotationally invariant coding	256-QAM, rotationally invariant coding
Symbol size	3 bits for "I" and 3 bits for "Q"	4 bits for "I" and 4 bits for "Q"
Transmission band	54 to 860 MHz	54 to 860 MHz
Channel spacing	6 MHz	6 MHz
Symbol rate	5.056941 Msps +/- 5 ppm	5.360537 Msps +/- 5 ppm
Information bit rate	26.97035 Mbps ± 5 ppm	38.81070 Mbps ± 5 ppm
Frequency response	Square root raised cosine filter, (Roll-off=0.18)	Square root raised cosine filter (Roll-off~0.12)
FEC framing	42 bit sync trailer following 60 RS block	40 bit sync trailer following 88 RS blocks
QAM constellation mapping	6 bits per symbol	8 bits per symbol

V. 맺음말

- RS 부호와 TCM 변조를 함께 적용하였다.
- 가변 인터리빙을 적용.
- 64-QAM과 256-QAM은 다른 Roll-off를 적용하였다.
- MPEG-2 Transport Framing을 적용하여 FEC와 독립적으로 오류탐지 능력을 부과.
- MPEG-2 TS 패킷과는 다른 FEC 프레임 구조를 가짐.